

# CATALYST DETERIORATION DETERMINING DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Publication number: JP9280038

Publication date: 1997-10-28

Inventor: MITSUYA NORITAKE

Applicant: TOYOTA MOTOR CORP

Classification:

- International: F02B77/08; F01N3/20; F01N3/24; F01N11/00; F02D41/14; F02D41/22; F02D45/00; F02B77/08; F01N3/20; F01N3/24; F01N11/00; F02D41/14; F02D41/22; F02D45/00; (IPC1-7): F01N3/20; F01N3/24; F02B77/08; F02D41/14; F02D41/22; F02D45/00

- European: F01N11/00C

Application number: JP19960089674 19960411

Priority number(s): JP19960089674 19960411

Also published as:

EP0801215 (A1)

US5848527 (A1)

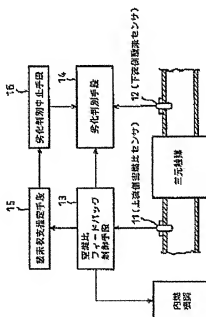
EP0801215 (B1)

Report a data error here

Abstract of JP9280038

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent deterioration of three-way catalyst from being erroneously discriminated in a device determining deterioration of three-way catalyst based on output of an oxygen sensor on the lower stream side of the three-way catalyst by estimating an oxygen balance in the three-way catalyst, and stopping deterioration determination of the three-way catalyst when the oxygen balance is over the set threshold value.

**SOLUTION:** In this internal combustion engine, an air-fuel ratio sensor 11 on the upper stream side of three-way catalyst for exhaust emission control, an oxygen sensor 12 on the lower stream side is on the lower stream side, respectively provided. A fuel quantity is controlled by an air-fuel ratio feedback control means 13 at least according to the output of the upper stream side air-fuel ratio sensor 11, and deterioration of the three-way catalyst is determined by a deterioration determining means 14 at least based on the output of the lower stream side oxygen sensor 12. In this case, an oxygen balance estimation means 15 estimating the oxygen balance in the three-way catalyst is provided, and when the estimated oxygen balance is over the set threshold value, deterioration determination of the three-way catalyst by the deterioration determining means 14 is stopped by a deterioration determination stopping means 16 so as to prevent deterioration from being erroneously discriminated.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-280038

(43) 公開日 平成9年(1997)10月28日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 N 3/20			F 0 1 N 3/20	C
				G
F 0 2 B 77/08			F 0 2 B 77/08	G
F 0 2 D 41/14	3 1 0		F 0 2 D 41/14	3 1 0 F 3 1 0 K

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

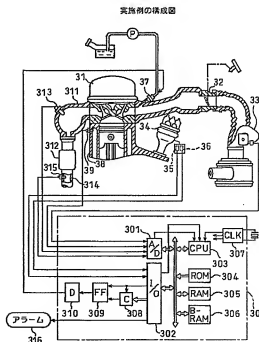
(21) 出願番号	特願平8-89674	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成8年(1996)4月11日	(72) 発明者	光谷 典丈 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 石田 敬 (外3名)

(54) 【発明の名称】 内燃機関の触媒劣化判別装置

(57) 【要約】

【課題】 排気浄化用の三元触媒の酸素収支が限界を越えた場合にも誤判別を抑制することの可能な内燃機関の触媒劣化判別装置を提供する。

【解決手段】 三元触媒の上流および下流に設置された空燃比センサの出力に基づいて三元触媒内の酸素収支を表すパラメータ（上流側センサがリニアセンサであるときには燃料偏差差）の積分値が所定の上下限界を越えたときには、三元触媒の酸素収支が限界を越え劣化判別の際に誤判別が発生するおそれがあるものとして劣化判別を中止する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気系に設置された排気ガス浄化のための三元触媒の上流側に設けられ排気ガス中の特定成分の濃度を検出する上流側空燃比センサおよび下流側に設けられ排気ガス中の特定成分の濃度を検出する下流側酸素センサと、

少なくとも前記上流側空燃比センサの出力に応じて内燃機関に供給される燃料量を制御する空燃比フィードバック制御手段と、

少なくとも前記下流側酸素センサの出力に基づいて三元触媒の劣化を判別する劣化判別手段と、  
三元触媒中の酸素収支を推定する酸素収支推定手段と、  
前記酸素収支推定手段により三元触媒中の酸素収支が予め定められたしきい値を越えたときに前記劣化判別手段による三元触媒の劣化判別を中止する劣化判別中止手段と、を具備する内燃機関の触媒劣化判別装置。

【請求項2】 前記酸素収支推定手段が、

空燃比を理論空燃比に制御するのに必要な基本燃料量と空燃比フィードバック制御手段により演算される実燃料量との差である燃料偏差量を演算する燃料偏差量演算手段と、

前記下流側酸素センサの出力の反転を検出する反転検出手段と、

前記反転検出手段により前記下流側酸素センサの出力の反転が検出されてから前記反転検出手段により前記下流側酸素センサの出力の再反転が検出されるまで前記燃料偏差量演算手段で演算される燃料偏差量の積算値を積算し、該積算値に基づき三元触媒中の酸素収支を推定する燃料偏差量積算値積算手段と、から構成される請求項1に記載の内燃機関の触媒劣化判別装置。

【請求項3】 前記劣化判別中止手段が、

前記燃料偏差量積算値積算手段により積算される燃料偏差量の積算値が予め定められた上下限値を越えた場合でも前記下流側酸素センサの出力が反転した後に定められた所定時間が経過するまでは三元触媒の劣化判別の中止を抑制するものである請求項2に記載の内燃機関の触媒劣化判別装置。

【請求項4】 前記反転検出手段が、リッチからリーンへの反転と判定するしきい値とリーンからリッチへの反転と判定するしきい値との間にヒステリシス特性を有する請求項2に記載の内燃機関の触媒劣化判別装置。

【請求項5】 前記劣化判別手段が、前記上流側空燃比センサの出力の軌跡長と前記下流側酸素センサの出力の軌跡長とに基づいて三元触媒の劣化を判別するものである請求項1に記載の内燃機関の触媒劣化判別装置。

【請求項6】 前記劣化判別手段が、前記燃料偏差量積算値積算手段により積算される燃料偏差量の積算値が予め定められた上下限値を越えた回数に基づいて三元触媒の劣化を判別するものである請求項2に記載の内燃機関の触媒劣化判別装置。

【請求項7】 内燃機関の排気系に設置された排気ガス浄化のための三元触媒の上流側に設けられ排気ガス中の特定成分の濃度を検出する上流側酸素センサおよび下流側に設けられ排気ガス中の特定成分の濃度を検出する下流側酸素センサと、

少なくとも前記上流側酸素センサの出力に応じて内燃機関に供給される燃料量を補正するための空燃比補正係数、および燃料量制御に関連する機器の経年変化を補正するための空燃比学習値を演算する空燃比フィードバック制御手段と、

少なくとも前記下流側酸素センサの出力に基づいて三元触媒の劣化を判別する劣化判別手段と、

前記空燃比フィードバック制御手段で演算される空燃比補正係数と学習値との偏差の積分値に応じて三元触媒中の酸素収支を推定する酸素収支推定手段と、  
前記酸素収支推定手段により三元触媒中の酸素収支が予め定められたしきい値を越えたときに前記劣化判別手段による三元触媒の劣化判別を中止する劣化判別中止手段と、を具備する内燃機関の触媒劣化判別装置。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は内燃機関の排気ガス浄化用三元触媒の劣化判別装置に係り、特に三元触媒の酸素収支が限界を越えた場合、即ち三元触媒の酸素吸着能力と酸素放出能力が限界を越えた場合にも誤判定を防止することのできる内燃機関の触媒劣化判別装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】自動車用内燃機関から排出される排気ガスが含有する未燃成分( $\text{HC}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ )を浄化するために、内燃機関排気系に $\text{HC}$ および $\text{CO}$ の酸化と $\text{NO}_x$ の還元を同時に行う三元触媒を装備することが一般的である。ここで三元触媒の浄化性能を維持するには内燃機関に供給される混合気の空燃比を理論空燃比に制御する必要があるため、内燃機関排気系の三元触媒の上流側に設置され排気ガス中の残存酸素濃度を検出するセンサの出力をフィードバック制御することにより、内燃機関に供給される混合気空燃比を目標空燃比に制御している。

## 【0003】

しかし三元触媒の上流側、例えば排気マニホールドの合流部分においては各気筒から排出される排気ガスは十分に混合していないことに起因するセンサの出力のバラツキならびに排気ガスおよび内燃機関の熱に起因するセンサの劣化により空燃比制御精度が低下する場合がある。この課題を解決するために三元触媒の下流側にもセンサを設置し、上流側センサ出力に基づきメインフィードバック制御に加えて下流側センサ出力に基づきサブフィードバック制御を導入して空燃比制御精度を改善するダブルセンサシステムが既に実用化されている。

【0004】しかしダブルセンサシステムにおいても、三元触媒の浄化性能が劣化した場合、即ち三元触媒の酸素ストレージ効果が低下した場合には空燃比制御精度が低下することを避けることはできないため下流側センサ出力の軌跡長に基づいて三元触媒の劣化度を判別する触媒劣化判別装置が提案されている(特開平5-98948号公報参照)。

【0005】即ち、三元触媒が劣化していない場合は酸素を排気ガス性状がリッチである場合には吸着しリーンである場合には放出する酸素ストレージ効果を有しているため上流側センサ出力の反転周期に比較して下流側センサ出力の反転周期は十分に長くなるため、下流側センサ出力の軌跡長は上流側センサ出力の軌跡長に比較して短くなり三元触媒は正常であると判断される。

【0006】一方三元触媒が劣化した場合には酸素ストレージ効果も低下し下流側センサ出力の反転回数が増大する。従って下流側センサ出力の軌跡長は上流側センサ出力の軌跡長とほぼ等しくなり三元触媒は劣化していると判断される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら三元触媒が正常である場合には酸素収支の均衡、即ち酸素の吸着能力と放出能力との均衡が限界を越えたときには、下流側センサ出力が反転して軌跡長が長くなるため三元触媒は劣化したという誤判別が発生するおそれがある。

【0008】図2は上記課題の説明図であって、

(イ)は下流側センサの出力、(ロ)は三元触媒のストレージ収支を表している。即ち下流側センサは時刻 $t_1$ 以前はリッチであり、時刻 $t_2$ から $t_3$ でリッチからリーンに反転し、時刻 $t_4$ から $t_5$ まではリーンを維持し、時刻 $t_6$ から $t_7$ まではリッチを維持し、時刻 $t_8$ から $t_9$ でリッチからリーンに反転する。

【0009】従って三元触媒は、時刻 $t_1$ 以前では酸素を吸着し、時刻 $t_2$ から $t_3$ までは酸素を放出し、時刻 $t_4$ から $t_5$ までは酸素を吸着し、時刻 $t_6$ 以後では酸素を放出する。よって時刻 $t_1$ までは三元触媒に吸着された積算酸素量は次第に増加し、時刻 $t_2$ から $t_3$ にかけては三元触媒の酸素吸収能力が次第に増加し、時刻 $t_4$ から $t_5$ にかけては三元触媒に吸着された積算酸素量は次第に増加し、時刻 $t_6$ 以後は酸素吸収能力が次第に増加する。

【0010】しかしながら三元触媒が吸着可能な酸素量および三元触媒の酸素吸収能力には限界(ロ)において点鎖線で示される)があり、限界を越えた場合、即ち時刻 $t_1$ から $t_2$ まで、時刻 $t_4$ から $t_5$ まで、および時刻 $t_7$ から $t_8$ までにおいては誤判別のおそれが発生する。本発明は上記課題に鑑みなされたものであって、三元触媒の酸素収支、即ち酸素吸着能力と酸素放出能力が限界を越えた場合にも誤判定を防止することの

きる内燃機関の触媒劣化判別装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】図1は本発明にかかる内燃機関の触媒劣化判別装置の基本構成図である。請求項1にかかる内燃機関の触媒劣化判別装置は、内燃機関の排気系に設置された排気ガス浄化のための三元触媒の上流側に設けられ排気ガス中の特定成分の濃度を検出する上流側空燃比センサ11および下流側に設けられ排気ガス中の特定成分の濃度を検出する下流側酸素センサ12と、少なくとも上流側空燃比センサ11の出力に応じて内燃機関に供給される燃料量を制御する空燃比フィードバック制御手段13と、少なくとも下流側酸素センサ12の出力に基づいて三元触媒の劣化を判別する劣化判別手段14と、三元触媒中の酸素収支を推定する酸素収支推定手段15と、酸素収支推定手段15により三元触媒中の酸素収支が予め定められたしきい値を越えたときに劣化判別手段14による三元触媒の劣化判別を中止する劣化判別中止手段16と、を具備する。

【0012】本装置によれば、三元触媒の酸素収支を表すパラメータが予め定められた上下限値を越えた場合には誤判別のおそれがあるものとして劣化判別を中止する。請求項2にかかる内燃機関の触媒劣化判別装置は、酸素収支推定手段が、空燃比を理論空燃比に制御するのに必要な基本燃料量と空燃比フィードバック制御手段により演算される実燃料量との差である燃料偏差量を演算する燃料偏差量演算手段と、下流側酸素センサの出力の反転を検出する反転検出手段と、反転検出手段により下流側酸素センサの出力の反転が検出されてから反転検出手段により下流側酸素センサの出力の再反転が検出されるまで燃料偏差量演算手段で演算される燃料偏差量の積算値を積算し積算値に基づき三元触媒中の酸素収支を推定する燃料偏差量積算値積算手段と、から構成される。

【0013】本装置によれば、燃料偏差量を下流側酸素センサが反転してから再反転するまでの間積分した積分値に基づき三元触媒中の酸素収支が推定される。請求項3にかかる内燃機関の触媒劣化判別装置は、劣化判別中止手段が、燃料偏差量積算値積算手段により積算される燃料偏差量の積算値が予め定められた上下限値を越えた場合でも下流側酸素センサの出力が反転した後予め定められた所定時間が経過するまでは三元触媒の劣化判別の中止を抑制するものである。

【0014】本装置によれば、燃料偏差量積分値が所定の上下限値を越えても、下流側酸素センサ出力が反転を開始しない限り劣化判別が許容される。請求項4にかかる内燃機関の触媒劣化判別装置は、反転検出手段が、リッチからリーンへの反転と判定するしきい値とリーンからリッチへの反転と判定するしきい値との間にヒステリシス特性を有する。

【0015】本装置によれば、下流側酸素センサ出力の

反転、即ちリッチからリーンあるいはリーンからリッチへの反転の検出に対してヒステリシス特性が適用される。請求項5にかかる内燃機関の触媒劣化判別装置は、劣化判別手段が、上流側空燃比センサの出力の軌跡長と下流側酸素センサの出力の軌跡長とに基づいて三元触媒の劣化を判別するものである。

【0016】本装置によれば、上流側および下流側センサ出力の軌跡長の比に基づいて劣化判別が実行される。請求項6にかかる内燃機関の触媒劣化判別装置は、劣化判別手段が、燃料偏差量積算値積算手段により積算される燃料偏差値の積算値が予め定められた上下限値を越えた回数に基づいて三元触媒の劣化を判別するものである。

【0017】本装置によれば、燃料偏差値の積算値が上下限値を越えた回数に基づいて劣化判別が実行される。請求項7にかかる内燃機関の触媒劣化判別装置は、内燃機関の排気系に設置された排気ガス浄化のための三元触媒の上流側に設けられ排気ガス中の特定成分の温度を検出する上流側酸素センサおよび下流側に設けられ排気ガス中の特定成分の温度を検出する下流側酸素センサと、少なくとも上流側酸素センサの出力に応じて内燃機関に供給される燃料量を補正するための空燃比補正係数および燃料量制御に関連する機器の経年劣化を補正するための学習値を演算する空燃比フィードバック制御手段と、少なくとも下流側酸素センサの出力に基づいて三元触媒の劣化を判別する劣化判別手段と、空燃比フィードバック制御手段で演算される空燃比補正係数と空燃比学習値との偏差の積分値に応じて三元触媒中の酸素収支を推定する酸素収支推定手段と、酸素収支推定手段により三元触媒中の酸素収支が予め定められたしきい値を越えたときに劣化判別手段による三元触媒の劣化判別を中止する劣化判別中止手段と、を具備する。

【0018】本装置によれば、いわゆるダブル酸素センサシステムである場合には、空燃比補正係数と空燃比学習値との偏差の積分値に基づいて三元触媒の酸素収支が推定される。

【0019】

【発明の実施の形態】図3は本発明にかかる触媒劣化判別装置の実施例の構成図であって、内燃機関本体31の吸気通路32にはエアフローメータ33が設置されている。エアフローメータ33は吸入空気量を計測するものであって、内蔵されたポテンシオメータを使用して吸入空気量に比例した電圧信号を出力する。この電圧信号は制御部30のマルチプレクサ内蔵A/D変換器301に供給される。

【0020】ディストリビュータ34には、例えばクランク角度に換算して720°毎に基準位置検出用パルスを出力する基準位置検出センサ35とクランク角度に換算して30°毎にクランク位置検出用パルスを出力するクランク位置検出センサ36とが設けられている。これ

らのパルスは制御部30の入出力インターフェイス302に供給され、さらにクランク位置検出用パルスはCPU303の割り込み端子にも供給される。

【0021】さらに吸気通路32には各気筒毎に燃料供給系から供給される燃料を噴射するための燃料噴射弁37も設置されている。また、内燃機関本体31のウォータージャケット38には冷却水温度THWを検出するための温度センサ39が設置されており、冷却水温度THWに比例した電圧を制御部30のマルチプレクサ内蔵A/D変換器301に供給する。

【0022】内燃機関31の排気マニホールド311の下流には、排気ガス中の有毒成分HC、COおよびNO<sub>x</sub>を同時に浄化する三元触媒を格納した触媒コンバータ312が設けられている。排気マニホールド311、即ち触媒コンバータ312の上流側には上流側空燃比センサ313が、触媒コンバータ312の下流側の排気管314には下流側O<sub>2</sub>センサ315が設置されている。上流側空燃比センサ313は排気ガス中の残留酸素濃度にほぼ比例した出力信号を発生し、下流側O<sub>2</sub>センサ315は排気ガス中の残留酸素濃度に応じた2値信号を発生し、制御部30のマルチプレクサ内蔵A/D変換器301に供給する。

【0023】制御部12は例えばマイクロコンピュータシステムであり、マルチプレクサ内蔵A/D変換器301、入出力インターフェイス302、CPU303の他、ROM304、RAM305、バッテリバックアップメモリB-RAM306、クロック307等と構成されている。さらにカウンタ308、フリップフロップ309、駆動回路310は燃料噴射弁37を駆動するための回路であって、後述のルーチンにおいて燃料噴射量TAUが算出されると燃料噴射量TAUがカウンタ308、フリップフロップ309がセットされ、駆動回路310が燃料噴射弁37の付勢を開始する。カウンタ308の設定値がクロック信号によってインクリメントされ、カウンタ308のキャリアウト端子から“1”が出力されるとフリップフロップ309がリセットされて駆動回路310は燃料噴射弁37の付勢を停止する。従って燃料噴射量TAUに応じた燃料量が内燃機関10の燃焼室に供給される。

【0024】さらにアラーム316が入出力インターフェイス302に接続されており、制御部30で三元触媒が劣化したと判別されたときに動作して運転者の注意を喚起する。エアフローメータ33で検出される吸入空気量Qおよび温度センサ39で検出される冷却水温度THWは所定時間毎に実行されるA/D変換ルーチンによって取り込まれ、RAM305の所定番地に記憶される。即ち、RAM305に記憶された吸入空気量Qおよび冷却水温度THWは所定時間毎に更新される。

【0025】また、回転数Neはクランク位置検出センサ36の30°CA毎の割り込みによって演算されA

M305の所定番地に記憶される。図4は制御部30で実行される劣化判別メインルーチンのフローチャートであって、ステップ41においてフラグ処理を、ステップ42において酸素収支計算処理を、ステップ43において劣化判別制御処理を実行する各処理の内容は後述する。

【0026】図5はステップ41で実行されるフラグ処理のフローチャートであって、下流側 $O_2$ センサ315の出力の反転検出の安定化を図るためにヒステリシス特性を持たせることを目的とする。即ち下流側 $O_2$ センサ315の出力は理論空燃比近傍において出力が反転し易いが、ヒステリシス特性がない場合に反転により三元触媒の酸素収支を表すパラメータが度々タクリアされるときに劣化判別を実行することにより誤判別が発生しやすくなることを防止するためである。

【0027】ステップ411において下流側 $O_2$ センサ315の出力OXSGがリッチ側しきい値KOCR以上であるかが判定され、肯定判定されたときはステップ412に進み下流側空燃比フラグXOXSRを“1”に設定してこの処理を終了する。ステップ412で否定判定されたときはステップ413に進み下流側 $O_2$ センサ315の出力OXSGがリーン側しきい値KOXL以下であるかが判定され、肯定判定されればステップ414で下流側空燃比フラグXOXSRを“0”に設定してこの処理を終了する。なおステップ413で否定判定されれば直接この処理を終了する。

【0028】図6は反転検出のヒステリシス特性図であって、下流側 $O_2$ センサ315の出力OXSGがリッチ側しきい値KOCR以上であるときは下流側空燃比フラグXOXSRは“1”に設定され、逆に下流側 $O_2$ センサ315の出力OXSGがリーン側しきい値KOXL以下であるときは下流側空燃比フラグXOXSRは“0”に設定される。

【0029】また、リッチからリーンに反転する場合は下流側 $O_2$ センサ315の出力OXSGがリーン側しきい値KOXLに到達するまでは下流側空燃比フラグXOXSRは“1”に維持され、リーンからリッチに反転する場合は下流側 $O_2$ センサ315の出力OXSGがリッチ側しきい値KOCRに到達するまでは下流側空燃比フラグXOXSRは“0”に維持される。

【0030】図7はステップ42で実行される酸素収支計算処理のフローチャートであって、後述する燃料偏差量の積分値によって三元触媒の酸素収支割合および酸素放出割合、即ち酸素収支を推定するものである。即ち、下流側 $O_2$ センサ315で検出される排気ガスの性状がリッチであれば空燃比制御は排気ガス性状をリーンに制御すべく燃料量を理論空燃比相当の燃料量より減少する。このとき三元触媒は排気ガス中の残留酸素の吸収を継続する。即ち、燃料偏差量の積分値は三元触媒に吸着される酸素量を表していると考えることができる。

【0031】逆に下流側 $O_2$ センサ315で検出される排気ガスの性状がリーンであれば空燃比制御は排気ガス性状をリッチに制御すべく燃料量を理論空燃比相当の燃料量より増加する。このとき三元触媒は吸収した酸素の放出を継続する。即ち、燃料偏差量の積分値は三元触媒が放出する酸素量を表していると考えられることができるために、燃料偏差量の積分値によって三元触媒の酸素収支を推定することが可能となる。

【0032】ステップ421において下流側空燃比フラグXOXSRが反転したかを判定する。ステップ421で肯定判定されたとき、即ち下流側空燃比フラグXOXSRが反転したときはステップ422において燃料偏差量積分値FDINTを“0”にリセットしてステップ423に進む。なおステップ421で否定判定されたとき、即ち下流側空燃比フラグXOXSRが反転していなければ直接ステップ423に進む。

【0033】ステップ423において、XOXSR=“1”かつ $FD_0 < 0$ であるか、即ち下流側空燃比がリッチでありかつ燃料が空燃比をリーンに修正するように噴射されているかを判定する。ステップ423で肯定判定されたとき、即ち下流側 $O_2$ センサ315で検出される下流側空燃比と燃料噴射量との間に矛盾がないときはステップ424に進み、次式により燃料偏差量積算値FDINTを積算してこの処理を終了する。

【0034】 $FDINT = FDINT + FD_0$   
ステップ423で否定判定されたときはステップ425に進み、XOXSR=0かつ $FD_0 > 0$ であるか、即ち下流側空燃比がリーンでありかつ燃料が空燃比をリッチに修正するように噴射されているかを判定する。

【0035】ステップ425で肯定判定されたとき、即ち下流側 $O_2$ センサ315で検出される下流側空燃比と燃料噴射量との間に矛盾がないときはステップ424に進む。なおステップ425で否定判定されたときは直接この処理を終了する。図8はステップ43で実行される劣化判別制御処理のフローチャートであって、ステップ431において燃料偏差積算値FDINTが下限値KDFCLと上限値KDFCRの間にあるかを判定する。

【0036】燃料偏差積算値FDINTが積算下限値KDFCLと積算上限値KDFCRの間にあるときはステップ431で肯定判定され、モニター時間を計数するためにステップ432に進みカウンタCNTをデクリメントしてステップ436に進む。燃料偏差積算値FDINTが下限値KDFCLと上限値KDFCRの間でないときは三元触媒の酸素吸収能力もしくは酸素放出能力が限界を越えたと判定して、ステップ431で否定判定されたステップ434および435において下流側 $O_2$ センサ315の出力OXSGがセンサ出力上限値KOA以上もしくはセンサ出力下限値KOB以下であるかを判定する。

【0037】下流側 $O_2$ センサ315の出力OXSGがセ

ンサ出力上限値 $KOXa$ 以上あるいはセンサ出力下限値 $KOXb$ 以下であるときは、三元触媒の酸素吸収能力もしくは酸素放出能力が限界を越えたと判定されても実際にはまだ余裕があるものとしてステップ433、434で肯定判定されてステップ432に進みカウンタCNTをデクリメントしてステップ436に進む。これは三元触媒の酸素吸収能力もしくは酸素放出能力の限界と判断するしきい値は余裕をもって設定されることが普通であるのでこの余裕を利用して判別の機会を増加させるための処置である。

【0038】三元触媒の酸素吸収能力もしくは酸素放出能力が限界を越え、かつ下流側 $O_2$ センサ315の出力 $OXS$ が反転動作を開始したときは、ステップ431、433、434のすべてのステップで否定判定されたときは三元触媒の劣化判別を中止するためにカウンタCNTを予め定められた所定値 $KTDL$ に設定してステップ436に進む。

【0039】ステップ436においてカウンタCNTの計数値が“0”であるかを判定し、肯定判定されたときは、即ち所定のモニター時間を経過したときは、三元触媒の劣化判別において誤判別のおそれはないものとして劣化判別をするべくステップ437で劣化判別フラグ $XMCA T$ を“1”に設定してこの処理を終了する。逆にステップ436で否定判定されたときは、即ち三元触媒の酸素吸収能力もしくは酸素放出能力が限界を越えたと判定された後に下流側 $O_2$ センサ315の出力 $OXS$ がセンサ出力上限値 $KOXa$ もしくはセンサ出力下限値 $KOXb$ 以内に入ってきた場合は誤判別のおそれがあるものとしてステップ438で劣化判別フラグ $XMCA T$ を“0”に設定してこの処理を終了する。なおモニター時間を経過していない場合にも劣化判別を中止するためにステップ438において劣化判別フラグ $XMCA T$ を“0”に設定する。

【0040】図9は制御部30で実行される三元触媒の劣化判別実行ルーチンのフローチャートであって、ステップ91において劣化判別フラグ $XMCA T$ が“1”であるかを判定し、否定判定されたときは劣化判別を実行せずに直接このルーチンを終了する。ステップ91で肯定判定されたときは劣化判別を実行するためにステップ92に進み、三元触媒の劣化判別用モニター条件が成立しているかを判定する。

【0041】なお三元触媒の劣化判別は以下の条件が全て成立しているときに実行される。

- (1) 上流側空燃比センサ313による空燃比フィードバック制御が実行中であること。なお、この条件の詳細については後述する。
- (2) 下流側 $O_2$ センサ315による空燃比フィードバック制御が実行中であること。なお、この条件の詳細については後述する。
- (3) 内燃機関負荷が所定値以上であること。

【0042】従って、上記(1)～(3)のいずれかの条件が成立していないときは、ステップ92で否定判定されて劣化判別を行わずに直接このルーチンを終了する。逆に上記(1)～(3)のすべての条件が成立しているときは、ステップ92で肯定判定されてステップ93に進む。ステップ93において、軌跡長算出処理を実行するが詳細は後述する。

【0043】ステップ94において劣化判別モニター時間を計数するモニター時間カウンタ $CTIME$ をインクリメントして、ステップ95においてモニター時間カウンタ $CTIME$ の計数値が所定値 $C_0$ 以上であるかを判定する。ステップ94で否定判定されたとき、即ち所定のモニター時間が経過していないときは直接このルーチンを終了する。

【0044】逆にステップ94で肯定判定されたとき、即ち所定のモニター時間が経過したときはステップ96において劣化判別処理を実行してこのルーチンを終了する。なお、劣化判別処理の詳細は後述する。図10はステップ93で実行される軌跡長算出処理のフローチャートであって、ステップ931で下流側空燃比センサ313の出力 $VAF$ を軌跡長計算出力 $VAFH$ に換算する。

【0045】 $VAFH = f(VAF)$

ステップ932で式次により上流側空燃比センサ313の軌跡長計算出力 $VAFH$ に基づいて上流側空燃比センサ出力軌跡長 $LVAFH$ を算出する。

$$LVAFH = LVAFH + |VAFH - VAFHO|$$

ここで、 $VAFHO$ は前回算出された上流側空燃比センサ313の軌跡長計算出力である。

【0046】次にステップ933で式次により下流側 $O_2$ センサ315の出力 $VOS$ に基づいて下流側 $O_2$ 出力軌跡長 $LVOS$ を算出する。

$$LVOS = LVOS + |VOS - VOSO|$$

ここで、 $VOSO$ は前回算出された下流側空燃比センサ315の出力である。つぎにステップ934において今回の実行に備え、以下のように前回の算出値を更新してこの処理を終了する。

$$VAFHO \leftarrow VAFH$$

$$VOSO \leftarrow VOS$$

図11はステップ96で実行される劣化判別処理のフローチャートであって、ステップ961で上流側空燃比センサ出力軌跡長に基づいて三元触媒の劣化判別のためのしきい値 $L_{ref}$ を算出する。

$$L_{ref} = f(LVAFH)$$

ステップ962において下流側 $O_2$ 出力軌跡長 $LVOS$ がしきい値 $L_{ref}$ 以上であるか、即ち三元触媒が劣化しているかを判別する。ステップ962で肯定判定されたとき、即ち三元触媒が劣化していると判別されたときは、ステップ963においてアラームフラグ $ALMCC$ を“1”に設定し、ステップ964においてアラームを

付勢してステップ966に進む。

【0049】逆にステップ962で否定判定されたとき、即ち三元触媒が劣化していないと判別されたときは、ステップ965においてアラームフラグALMCCを“0”に設定してステップ966に進む。ステップ966においてアラームフラグALMCCをB-RAM306に記憶する。これは修理点検時に判別結果を読み出すための処置である。

【0050】さらにステップ967において次の処理に備えて、モニター時間カウンタCTIME、上流側空燃比センサ出力軌跡長LVAFFHおよび下流側O<sub>2</sub>出力軌跡長LVOSをリセットしてこの処理を終了する。図12は制御部30で実行される目標筒内燃料量算出ルーチンのフローチャートであって、所定クランク角度毎に割り込み処理として実行される。

【0051】ステップ121において、以前のルーチンの実行において算出された筒内空気量MC<sub>i</sub>および目標筒内燃料量FCR<sub>i</sub> (i=0~n-1)を1づつ移行する。これは今回の実行で現在の筒内空気量MC<sub>0</sub>および目標筒内燃料量FCR<sub>0</sub>を算出するための処置である。ステップ122において、RAM305に記憶されている内燃機関回転数Neおよび吸入空気量Qを取り込む。

【0052】ステップ123において、内燃機関回転数Neおよび吸入空気量Qの関数として現在現在の筒内空気量MC<sub>0</sub>を算出する。

$$MC_0 = MC(Ne, Q)$$

さらにステップ124で現在の目標筒内燃料量FCR<sub>0</sub>、即ち現在の筒内空気量MC<sub>0</sub>において空燃比を理論空燃比とするために必要な燃料量を次式により算出する。

$$【0053】FCR_0 = MC_0 / APT$$

ここでAPTは理論空燃比(14.7)である。図13は制御部30で実行されるメイン空燃比フィードバック制御ルーチンのフローチャートであって、例えば4ミリ秒である一定時間間隔毎に割り込み処理として実行される。

【0054】ステップ131において上流側空燃比センサ313によるフィードバック制御条件が成立しているかを判定する。即ち以下の条件がすべて成立しているときに上流側空燃比センサ313によるフィードバック制御が許容される。

- (1) 冷却水温度が所定温度以上であること。
- (2) 内燃機関始動中でないこと。
- (3) 始動時増量等燃料増量中でないこと。
- (4) 上流側空燃比センサの出力が1回以上反転していること。
- (5) 燃料カット中でないこと。

【0055】以上の条件がすべて成立して上流側空燃比センサ313によるフィードバック制御が許容され

るときは、ステップ131で肯定判定されステップ132に進み、前回以前に算出された燃料偏差FD<sub>i</sub> (i=1~n)を1づつ移動する。これは今回の演算で現在の燃料偏差FD<sub>0</sub>を算出するためである。次にステップ133において上流側空燃比センサ313の出力VAFを後述するサブ空燃比フィードバック制御ルーチンで演算される電圧補正値DVだけ式により補正する。

$$【0056】VAF = VAF + DV$$

さらに補正後の上流側空燃比センサ313の出力VAFに基づいて現在の実空燃比ABFを演算する。

$$ABF = g(VAF)$$

ステップ135において、本ルーチンのn回前の実行で算出された筒内空気量MC<sub>n</sub>、目標筒内燃料量FCR<sub>n</sub>および現在の実空燃比ABFに基づいて現在の燃料偏差FD<sub>0</sub>を次式により演算する。

$$【0057】FD_0 = MC_n / ABF - FCR_n$$

ここで現在の燃料偏差FD<sub>0</sub>を求めるためにn回前の実行で算出された筒内空気量MC<sub>n</sub>、目標筒内燃料量FCR<sub>n</sub>を使用するのは気筒から上流側空燃比センサ313までの排気ガスの輸送遅れ時間を補正するためである。最後にステップ136において次式に基づき燃料補正量DFを演算してこのルーチンを終了する。

$$【0058】DF = k_{f0} * FD_0 + k_{f1} * \Sigma FD_i$$

ここでk<sub>f0</sub>は比例ゲイン、k<sub>f1</sub>は積分ゲインである。なお(1)~(5)の条件のいずれかが成立していないときはステップ131で否定判定されステップ137に進み、空燃比補正量DFを“0”に設定してこのルーチンを終了する。

【0059】図14は制御部30で実行されるサブ空燃比フィードバック制御ルーチンのフローチャートであって、メイン空燃比フィードバック制御ルーチンに実行時間より長い所定時間間隔、例えば1秒毎に割り込み処理として実行される。ステップ141において下流側O<sub>2</sub>センサ315によるフィードバック制御条件が成立しているかを判定する。

【0060】即ちメイン空燃比フィードバック制御と同一の条件がすべて成立しているときに下流側O<sub>2</sub>センサ315によるフィードバック制御が許容される。即ち下流側O<sub>2</sub>センサ315によるフィードバック制御が許容されるときは、ステップ141で肯定判定されステップ142に進み、前回以前に算出された電圧差VD<sub>i</sub> (i=1~n)を1づつ移動する。これは今回の演算で現在の電圧燃料偏差VD<sub>0</sub>を算出するためである。

【0061】次にステップ143において下流側O<sub>2</sub>センサ315の出力VOSと目標下流側O<sub>2</sub>センサ出力VOSTとの間の現在の電圧偏差VD<sub>0</sub>を次式により演算する。

$$VD_0 = VOS - VOST$$

最後にステップ144において次式に基づき電圧補正量DVを演算してこのルーチンを終了する。



【0062】 $DV = k_{v0} * VD_0 + k_{v1} * \Sigma VD_i$   
 ここで $k_{v0}$ は比例ゲイン、 $k_{v1}$ は積分ゲインである。なお下流側 $O_2$ センサフィードバック制御条件のいずれかが成立していないときはステップ141で否定判定されステップ145に進み、電圧補正量DVを“0”に設定してこのルーチンを終了する。

【0063】図15は、内燃機関に噴射される燃料量を制御するための燃料噴射制御ルーチンのフローチャートであって、所定のクランク角度毎に実行される。ステップ151において、内燃機関回転数Neおよび吸入空気量Qに基づいて基本燃料噴射量TAUPを演算する。  
 $TAUP = TAUP(Ne, Q)$   
 次にステップ152において、基本燃料噴射量TAUPを空燃比補正量DFで補正して燃料噴射量TAUを演算する。

【0064】 $TAU = \alpha * TAUP + DF + \beta$   
 ここで $\alpha$ 、 $\beta$ は定数である。ステップ153において入出力インターフェース302を介して燃料噴射量TAUをダウカウンタ308に設定してこのルーチンを終了する。図16は上記実施例の動作説明図であって、横軸は時間を表し、各波形は上から上流側空燃比センサ313の出力VAF、下流側 $O_2$ センサ315の出力XOS、および燃料偏差量積分値FDINTである。

【0065】即ち時刻 $t_0$ 以前は燃料偏差量積分値FDINTは上限値KDFCRと下限値KDFCLの間にあり、三元触媒の酸素吸着能力は限界に達していないものとして劣化判別は許容される。時刻 $t_1$ で燃料偏差量積分値FDINTは下限値KDFCL以下となり三元触媒の酸素吸着能力は限界に達したと判定されるもの、時刻 $t_2$ 以前は下流側 $O_2$ センサ315の出力XOSはセンサ上限値KOA以上であり反転を開始していないものとして判別を許容して判別機会を増大する。一方時刻 $t_3$ 以後は下流側 $O_2$ センサ315の出力XOSが反転を開始するため誤判別のおそれがあるものとして判別は中止される。

【0066】時刻 $t_4$ から $t_5$ までは三元触媒の酸素放出能力は限界に達していないものとして判別が許容される。時刻 $t_6$ で燃料偏差量積分値FDINTは上限値KDFCR以上となり三元触媒の酸素放出能力は限界に達したと判定されるもの、時刻 $t_7$ 以前は下流側 $O_2$ センサ315の出力XOSはセンサ下限値KOB以下であり反転を開始していないものとして判別を許容して判別機会を増大する。一方時刻 $t_8$ 以後は下流側 $O_2$ センサ315の出力XOSが反転を開始するため誤判別のおそれがあるものとして判別は中止される。

【0067】上記実施例においては上流側空燃比センサ313および下流側 $O_2$ センサ315の出力の軌跡長に基づいて三元触媒の劣化判別を実施しているが、下流側 $O_2$ センサ315出力が反転してから次に反転するまでの間に燃料偏差量積分値が下限値KDFCLおよび上限

値KDFCRを越えた回数によって三元触媒の劣化判別を実施することが可能である。

【0068】図17は上記の方法により劣化判別を実行するための第2の劣化判別実行ルーチンのフローチャートであって、図9に示す劣化判別実行ルーチン、図10の軌跡長算出処理および図11の劣化判別処理に代えて実行される。即ち、ステップ1701において図9のフラグ操作処理で操作される空燃比フラグXOSRが反転したかを判別する。

【0069】ステップ1701で肯定判定したとき、即ち下流側空燃比フラグXOSRが反転したときはステップ1702に進み、劣化判別フラグXMCA Tが“1”であるか、即ち劣化判別が許容されているかを判定する。ステップ1702で肯定判定されたとき、即ち劣化判別が許容されているときには、ステップ1703で燃料偏差量積分値FDINTが上限値KDFCR以上であるか、ステップ1704で燃料偏差量積分値FDINTが下限値KDFCL以下であるかが判定される。

【0070】燃料偏差量積分値FDINTが上限値KDFCRあるいは下限値KDFCLを逸脱しているときにはステップ1703もしくは1704で肯定判定されて異常カウンタJFCATをインクリメントしてステップ1607に進む。逆に燃料偏差量積分値FDINTが上限値KDFCRと下限値KDFCLの範囲内にあるときにはステップ1703および1704で否定判定されて正常カウンタJSCATをインクリメントしてステップ1707に進む。

【0071】ステップ1707において燃料偏差量積分値FDINTをリセットした後、ステップ1708で正常カウンタJSCATの計数値が予め定めた所定値Cs以上となったかを判定する。ステップ1708で肯定判定されたときはステップ1709に進み、アラームフラグALMCCを“0”にリセットしてこのルーチンを終了する。

【0072】ステップ1708で否定判定されたときはステップ1710に進み、ステップ1710で異常カウンタJFCATの計数値が予め定めた所定値Ci以上となったかを判定する。ステップ1710で肯定判定されたときはステップ1711に進み、アラームフラグALMCCを“1”に設定し、ステップ1712でアラームを付勢してこのルーチンを終了する。

【0073】なお上記実施例においては上流側センサ313は空燃比センサ（リニアセンサ）、下流側センサ315は $O_2$ センサとしているが、下流側センサ315を空燃比センサとすることも可能である。ただしこの場合は図10の軌跡長算出処理において下流側 $O_2$ センサ出力VOSを軌跡算出出力VOSに換算することが必要となる。さらに上記実施例においては上流側センサ313は空燃比センサ（リニアセンサ）であるが、上流側センサ313も $O_2$ センサとしないいわゆるダブル $O_2$ セ

ンサシステムにも本発明を適用することも可能である。

【0074】ただしこの場合には $O_2$  センサの出力は排気ガス中の残存酸素量に比例せず燃料噴射量は上流側 $O_2$  センサ出力に直接的に比例しないため燃料偏差量の積算値に基づいて三元触媒の酸素収支を推定することはできない。そこで三元触媒の酸素収支を推定する手段として空燃比補正計数と空燃比学習値とに偏差の積分値を使用する。

【0075】図18は、ダブル $O_2$  センサシステムの場合に図7に示す酸素収支計算処理に代えて実行される第2の酸素収支計算処理のフローチャートであって、ステップ181において空燃比フラグXOXRが反転したかを判定する。ステップ181で肯定判定されたとき、即ち空燃比フラグXOXRが反転したときはステップ182に進み、空燃比偏差積算値FAFININTをリセットしてステップ183に進む。一方ステップ181で否定判定されたときは直接ステップ183に進む。

【0076】ステップ183において、空燃比補正係数FAFと空燃比学習値FGの差として次式により空燃比偏差DFAFを算出する。なお空燃比補正係数FAFおよび空燃比学習値FGについては後述する。

$$DFAF = FAF - FG$$

ステップ184において、XOXR=1 かつ DFAF<0であるかを判定し、肯定判定された場合はステップ185で次式により空燃比偏差積算値FAFININTを更新する。

【0077】 $FAFININT = FAFINT + DFAF$   
ステップ184で否定判定されたときはステップ186に進み、XOXR=0 かつ DFAF>0であるかを判定し、肯定判定された場合はステップ185で空燃比偏差積算値FAFININTを更新する。なおステップ186で否定判定されたときは直接この処理を終了する。

【0078】図19はダブル $O_2$  センサシステムの場合に、図13に示すメイン空燃比フィードバック制御ルーチンに代えて空燃比補正係数FAFおよび空燃比学習値FGを算出するために実行される第1の空燃比補正係数演算ルーチンのフローチャートであって、所定時間毎、例えば4ミリ秒毎に実行される。ステップ191において上流側 $O_2$  センサ313によるフィードバック制御条件が成立しているかを判定する。

【0079】これらの条件は図13に示すメイン空燃比フィードバック制御ルーチンで説明した通りであるが、これらの条件がすべて成立している上流側 $O_2$  センサ313によるフィードバック制御が許容されるときは、ステップ191で肯定判定されステップ192に進み上流側 $O_2$  センサ313の出力 $V_1$ を読み込む。続いてステップ193において第1の遅延処理を、ステップ194において空燃比補正係数計算処理を実行してこのルーチンを終了する。

【0080】なお上流側 $O_2$  センサ313によるフィード

バック制御条件のいずれかが成立していないときはステップ191で否定判定されステップ195に進み、空燃比補正係数FAFを“1.0”に設定してこのルーチンを終了する。図20はステップ193で実行される第1の遅延処理のフローチャートであって、ステップ193aで上流側 $O_2$  センサ313の出力 $V_1$ が第1の比較電圧 $V_{1k}$ （例えば0.45V）以下であるか、即ち上流側 $O_2$  センサ313によって検出される空燃比がリーンであるかを判定する。

【0081】ステップ193aで肯定判定されたとき、即ち上流側 $O_2$  センサ313によって検出される空燃比がリーンであるときはステップ193bに進み、第1のディレイカウンタCDLY1のカウント値が正であるかを判定する。ステップ193bで肯定判定されたときはステップ193cで第1のディレイカウンタCDLY1をリセットしてステップ193dに進む。なおステップ193bで否定判定されたときは直接ステップ193dに進む。

【0082】ステップ193dで第1のディレイカウンタCDLY1をデクリメントし、ステップ193eで第1のディレイカウンタCDLY1のカウント値が第1のリーン遅延時間TDL1以下であるかを判定する。ステップ193eで肯定判定されたとき、即ち上流側 $O_2$  センサ313の出力 $V_1$ がリッチからリーンに反転してから第1のリーン遅延時間TDL1以上経過したときは、ステップ193fで第1のディレイカウンタCDLY1を第1のリーン遅延時間TDL1に設定し、ステップ193gで第1の空燃比フラグF1を“0”に設定してこの処理を終了する。なおステップ193eで否定判定されたときは直接この処理を終了する。

【0083】なお第1のリーン遅延時間TDL1は上流側 $O_2$  センサ313の出力 $V_1$ がリッチからリーンに反転した場合に第1の空燃比フラグF1の反転を遅延させるための遅延時間であって、負の時間として定義される。ステップ193aで否定判定されたとき、即ち上流側 $O_2$  センサ313によって検出される空燃比がリッチであるときはステップ193hに進み、第1のディレイカウンタCDLY1のカウント値が負であるかを判定する。

【0084】ステップ193hで肯定判定されたときはステップ193iで第1のディレイカウンタCDLY1をリセットしてステップ193jに進む。なおステップ193hで否定判定されたときは直接ステップ193jに進む。ステップ193jで第1のディレイカウンタCDLY1をインクリメントし、ステップ193kで第1のディレイカウンタCDLY1のカウント値が第1のリッチ遅延時間TDR1以下であるかを判定する。

【0085】ステップ193kで肯定判定されたとき、即ち上流側 $O_2$  センサ313の出力 $V_1$ がリーンからリッチに反転してから第1のリッチ遅延時間TDR1以上

経過したときは、ステップ1931で第1のディレイカウンタCDLY1を第1のリッチ遅延時間TDR1に設定し、ステップ193mで第1の空燃比フラグF1を“1”に設定してこの処理を終了する。なおステップ193kで否定判定されたときは直接この処理を終了する。

【0086】なお第1のリッチ遅延時間TDR1は上流側O<sub>2</sub> センサ313の出力V<sub>1</sub>がリーンからリッチに反転した場合に第1の空燃比フラグF1の反転を遅延させるための遅延時間であって、正の時間として定義される。図21はステップ194で実行される空燃比補正係数計算処理のフローチャートであって、ステップ194aで第1の空燃比フラグF1が反転したかを判定する。

【0087】ステップ194aで肯定判定されたときは、即ち第1の空燃比フラグF1が反転したときには、ステップ194bで第1の空燃比フラグF1が“0”であるかを判定する。ステップ194bで肯定判定されたときは、即ち第1の空燃比フラグF1がリッチからリーンに反転したときは、ステップ194cで空燃比補正係数FAFを次式によってスキップ的に増加させてステップ194hに進む。

$$【0088】FAF ← FAF + RSR$$

ステップ194bで否定判定されたときは、即ち第1の空燃比フラグF1がリーンからリッチに反転したときは、ステップ194dで空燃比補正係数FAFを次式によってスキップ的に減少させてステップ194hに進む。  
 $FAF ← FAF - RSL$

ステップ194aで否定判定されたときは、即ち第1の空燃比フラグF1が反転していないときには、ステップ194eで第1の空燃比フラグF1が“0”であるかを判定する。

【0089】ステップ194eで肯定判定されたときは、即ち第1の空燃比フラグF1がリーンを継続しているときは、ステップ194fで空燃比補正係数FAFを次式によって微量増加させてステップ194hに進む。  
 $FAF ← FAF + KIR$

ステップ194eで否定判定されたときは、即ち第1の空燃比フラグF1がリッチを継続しているときは、ステップ194gで空燃比補正係数FAFを次式によって微量減少させてステップ194hに進む。

$$【0090】FAF ← FAF - KIL$$

なお、KIL、KIRは積分定数であり、スキップ定数RSR、RSLより十分小さな値に設定する。ステップ194hにおいて空燃比補正係数FAFを最大値（例えば1.2）および最小値（例えば0.8）で制限する。

【0091】なおこれは空燃比補正係数FAFがなんらかの原因で過大もしくは過小となった場合にも空燃比がオーバーリーンもしくはオーバーリッチとなることを防止するための処置である。さらにステップ194iで学習処理を実行してこの処理を終了する。図22はステッ

プ194iで実行される学習処理のフローチャートであって、ステップ221で第1の空燃比フラグF1が反転したかを判定し、否定判定されたとき、即ち第1の空燃比フラグF1が反転していないときは直接この処理を終了する。

【0092】ステップ221で肯定判定されたとき、即ち第1の空燃比フラグF1が反転したときはステップ222に進み、次式により空燃比補正係数FAFの移動平均値FAFAVを演算する。

$$FAFAV = \{ (m-1) * FAFAV + FAF \} / m$$

ここでmは移動平均の演算に使用するサンプル数である。

【0093】ステップ223および224において移動平均値FAFAVが予め定められた上限値UL（例えば1.005）以上もしくは下限値LL（例えば0.995）以下であるかを判定し、ステップ223もしくはステップ224で肯定判定されたときは上流側および下流側O<sub>2</sub> センサ313、315、燃料噴射弁37等の燃料噴射系機器に経年変化が生じたものとして空燃比学習値を更新する。

【0094】即ちステップ223で肯定判定されたときはステップ225で次式により学習値FGを更新してこの処理を終了する。

$$FG = FG + \Delta G$$

ここでΔGは定数（例えば0.002）である。ステップ224で肯定判定されたときはステップ226で次式により学習値FGを更新してこの処理を終了する。

$$【0095】FG = FG - \Delta G$$

ステップ225で否定判定されたときは、燃料噴射系機器に経年変化が生じていないものとして学習値FGを更新せずに直接この処理を終了する。図23はダブルO<sub>2</sub> センサシステムの場合に図14に示すサブ空燃比フィードバック制御ルーチンに代えて実行される第2の空燃比補正係数演算ルーチンのフローチャートであって、所定時間毎、例えば1秒毎に実行される。

【0096】ステップ231において下流側O<sub>2</sub> センサ315によるフィードバック制御条件が成立しているかを判定する。この条件は図14に示すサブ空燃比フィードバック制御ルーチンにおけるフィードバック条件と同一であって、条件がすべて成立しているときは下流側O<sub>2</sub> センサ315によるフィードバック制御が許容されたときは、ステップ231で肯定判定してステップ232に進み下流側O<sub>2</sub> センサ315の出力V<sub>2</sub>を読み込む。

【0097】続いてステップ233において第2の遅延処理を、ステップ234において制御定数計算処理を実行してこのルーチンを終了する。なお前記条件のいずれかが成立していないときはステップ231で否定判定されて、ステップ235でリッチスキップ定数RSRを初期値RSR<sub>0</sub>に設定し、ステップ236でリーンスキップ定数RSLを初期値RSL<sub>0</sub>に設定してこのルーチン

を終了する。

【0098】図24はステップ233で実行される第2の遅延処理のフローチャートであって、ステップ233aで下流側O<sub>2</sub> センサ315の出力V<sub>2</sub>が第2の比較電圧V<sub>2B</sub>(例えば0.55V)以下であるか、即ち下流側O<sub>2</sub> センサ315によって検出される空燃比がリーンであるかを判定する。ここで触媒コンバータの上流側か下流側かでO<sub>2</sub> センサの出力特性および劣化度合が相違することを考慮して第2の比較電圧V<sub>2B</sub>は第1の比較電圧V<sub>1B</sub>より高く設定することが一般的である。

【0099】ステップ233aで肯定判定されたとき、即ち下流側O<sub>2</sub> センサ315によって検出される空燃比がリーンであるときはステップ233bに進み、第2のディレイカウンタCDLY2のカウンタ値が正であるかを判定する。ステップ233bで肯定判定されたときはステップ233cで第2のディレイカウンタCDLY2をリセットしてステップ233dに進む。なおステップ233bで否定判定されたときは直接ステップ233dに進む。

【0100】ステップ233dで第2のディレイカウンタCDLY2をデクリメントし、ステップ233eで第2のディレイカウンタCDLY2のカウンタ値が第2のリーン遅延時間TDL2以下であるかを判定する。ステップ233eで肯定判定されたとき、即ち下流側O<sub>2</sub> センサ315の出力V<sub>2</sub>がリッチからリーンに反転してから第2のリーン遅延時間TDL2以上経過したときは、ステップ233fで第2のディレイカウンタCDLY2を第2のリーン遅延時間TDL2に設定し、ステップ233gで第2の空燃比フラグF2を“0”に設定してこの処理を終了する。なおステップ233eで否定判定されたときは直接この処理を終了する。

【0101】なお第2のリーン遅延時間TDL2は下流側O<sub>2</sub> センサ315の出力V<sub>2</sub>がリッチからリーンに反転した場合に第2の空燃比フラグF2の反転を遅延させるための遅延時間であって、負の時間として定義される。ステップ233aで否定判定されたとき、即ち下流側O<sub>2</sub> センサ315によって検出される空燃比がリッチであるときはステップ233hに進み、第2のディレイカウンタCDLY2のカウンタ値が負であるかを判定する。

【0102】ステップ233hで肯定判定されたときはステップ233iで第2のディレイカウンタCDLY2をリセットしてステップ233jに進む。なおステップ233hで否定判定されたときは直接ステップ233jに進む。ステップ233jで第2のディレイカウンタCDLY2をインクリメントし、ステップ233kで第2のディレイカウンタCDLY2のカウンタ値が第2のリッチ遅延時間TDR2以下であるかを判定する。

【0103】ステップ233kで肯定判定されたとき、即ち下流側O<sub>2</sub> センサ315の出力V<sub>2</sub>がリーンからリ

ッチに反転してから第2のリッチ遅延時間TDR2以上経過したときは、ステップ233lで第2のディレイカウンタCDLY2を第2のリッチ遅延時間TDR2に設定し、ステップ233mで第2の空燃比フラグF2を“1”に設定してこの処理を終了する。なおステップ233kで否定判定されたときは直接この処理を終了する。

【0104】なお第2のリッチ遅延時間TDR2は下流側O<sub>2</sub> センサ315の出力V<sub>2</sub>がリーンからリッチに反転した場合に第2の空燃比フラグF2の反転を遅延させるための遅延時間であって、正の時間として定義される。図25はステップ234で実行される制御定数計算処理のフローチャートであって、ステップ234aで第2の空燃比フラグF2が“0”であるかを判定する。

【0105】ステップ234aで肯定判定されたとき、即ち下流側O<sub>2</sub> センサ315で検出される空燃比がリーンであればステップ234bに進み、次式によりリッチスキップ定数RSRを次式により所定量ΔRSだけ増加する。

$$RSR = RSR + \Delta RS$$

ステップ234cおよび234dでリッチスキップ定数RSRが所定の最大値MAX以上になっているときは最大値MAXで制限する。

【0106】ステップ234eでリーンスキップ定数RSLを次式により所定量ΔRSだけ減少する。

$$RSL = RSL - \Delta RS$$

ステップ234fおよび234gでリーンスキップ定数RSLが所定の最小値MIN以下になっているときは最小値MINで制限してこの処理を終了する。

【0107】ステップ234aで否定判定されたとき、即ち下流側O<sub>2</sub> センサ315で検出される空燃比がリッチであればステップ234hに進み、次式によりリッチスキップ定数RSRを次式により所定量ΔRSだけ減少する。

$$RSR = RSR - \Delta RS$$

ステップ234iおよび234jでリッチスキップ定数RSRが所定の最小値MIN以下になっているときは最小値MINで制限する。

【0108】ステップ234kでリーンスキップ定数RSLを次式により所定量ΔRSだけ増加する。

$$RSL = RSL + \Delta RS$$

ステップ234lおよび234mでリーンスキップ定数RSLが所定の最大値MAX以上になっているときは最大値MAXで制限してこの処理を終了する。

【0109】図26はダブルO<sub>2</sub> センサシステムの場合に図15に示す燃料噴射制御ルーチンに代えて第2の燃料噴射制御ルーチンのフローチャートであって、所定のクランク角度毎に実行される。ステップ261において内燃機関回転数N<sub>e</sub>および吸入空気量Qに基づいて決定されるから基本燃料噴射時間TAUPを算出する。

【0110】 $TAUP=TAUP(Ne, Q)$

ステップ262において基本燃料噴射時間TAUPを空燃比補正係数FAFおよび学習値で補正して燃料噴射時間TAUを求める。

$TAU=\alpha * TAUP(FAF+FG)+\beta$

ここで $\alpha$ および $\beta$ は定数

そしてステップ263において燃料噴射時間TAUを入力インターフェイス302を介してダウンカウンタ308に設定してこのルーチンを終了する。

【0111】上記実施例においては下流側 $O_2$ センサの出力に基づいてスキップ定数を変更しているが、他の制御定数、即ち積分定数 $KIR, KIL$ 、第1の遅延時間 $TDR, TDL$ あるいは第1の比較電圧 $V_{IR}$ の少なくとも1つを変更することとしてもよい。また下流側 $O_2$ センサの出力に基づく第2の空燃比補正係数FAF2を導入することも可能である。

【0112】

【発明の効果】請求項1に係る内燃機関の触媒劣化判別装置によれば、三元触媒内の酸素収支が限界を越えたと判定されたときは三元触媒の劣化判別を中止することにより誤判別の発生を抑制することが可能となる。請求項2に係る内燃機関の触媒劣化判別装置によれば、上流側空燃比センサがリニアセンサである場合には燃料偏差量の積分値によって三元触媒内の酸素収支を推定することが可能となる。

【0113】請求項3に係る内燃機関の触媒劣化判別装置によれば、燃料偏差量の積分値が所定の上下限値を越えた場合でも下流側酸素センサ出力の反転が始まらない限りは劣化判別を続けることにより劣化判別の機会が減少することを抑制できる。請求項4に係る内燃機関の触媒劣化判別装置によれば、下流側酸素センサ出力の反転の検出にヒステリシスを付与することにより燃料偏差量の積分値が頻繁にリセットされることによる起因する誤判別が防止される。

【0114】請求項5に係る内燃機関の触媒劣化判別装置によれば、上下流の空燃比センサの出力の軌跡長の比によって三元触媒の劣化度合いを判別することが可能となる。請求項6に係る内燃機関の触媒劣化判別装置によれば、燃料偏差量の積分値が所定の上下限値を越えた回数によって三元触媒の劣化度合いを判別することが可能となる。

【0115】請求項7に係る内燃機関の触媒劣化判別装置によれば、上流側空燃比センサが酸素センサである場合にも三元触媒の酸素収支が限界を越えたと判定されたときは三元触媒の劣化判別を中止することにより誤判別の発生を抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる内燃機関の触媒劣化判別装置の基本構成図である。

【図2】課題の説明図である。

【図3】本発明にかかる内燃機関の触媒劣化判別装置の実施例の構成図である。

【図4】劣化判別メインルーチンのフローチャートである。

【図5】フラグ操作処理のフローチャートである。

【図6】ヒステリシス特性図である。

【図7】酸素収支計算処理のフローチャートである。

【図8】劣化判別処理のフローチャートである。

【図9】劣化判別実行ルーチンのフローチャートである。

【図10】軌跡長算出処理のフローチャートである。

【図11】劣化判別処理のフローチャートである。

【図12】目標値内燃料量算出ルーチンのフローチャートである。

【図13】メイン空燃比フィードバック制御ルーチンのフローチャートである。

【図14】サブ空燃比フィードバック制御ルーチンのフローチャートである。

【図15】燃料噴射制御ルーチンのフローチャートである。

【図16】実施例の動作説明図である。

【図17】第2の劣化判別実行ルーチンのフローチャートである。

【図18】第2の酸素収支計算処理のフローチャートである。

【図19】第1の空燃比補正係数演算ルーチンのフローチャートである。

【図20】第1の遅延処理のフローチャートである。

【図21】空燃比補正係数計算処理のフローチャートである。

【図22】学習処理のフローチャートである。

【図23】第2の空燃比補正係数演算ルーチンのフローチャートである。

【図24】第2の遅延処理のフローチャートである。

【図25】制御定数計算処理のフローチャートである。

【図26】第2の燃料噴射制御ルーチンのフローチャートである。

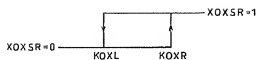
【符号の説明】

- 31…内燃機関
- 33…エアフローメータ
- 34…ディストリビュータ
- 35…基準位置検出用センサ
- 36…クランク角度検出用センサ
- 30…制御部
- 312…触媒コンバータ
- 313…上流側空燃比センサ
- 315…下流側 $O_2$ センサ



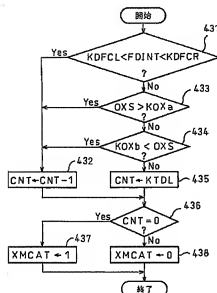
【図6】

ヒステリシス特性図



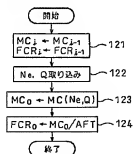
【図8】

劣化判別制御処理のフローチャート



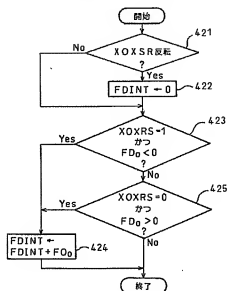
【図12】

目標内燃料量算出ルーチンのフローチャート



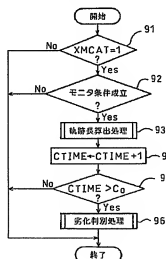
【図7】

顧客収支計算処理のフローチャート



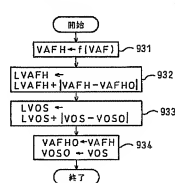
【図9】

劣化判別実行ルーチンのフローチャート



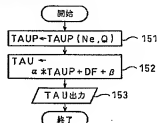
【図10】

軌跡長算出処理のフローチャート



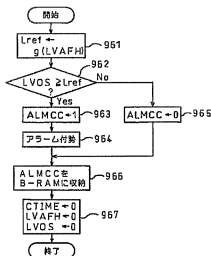
【図15】

燃料噴射制御ルーチンのフローチャート



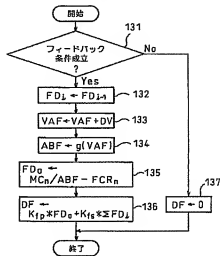
【図11】

劣化判別処理のフローチャート



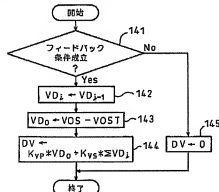
【図13】

メイン空磁比フィードバック制御ルーチンのフローチャート



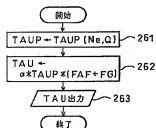
【図14】

サブ空磁比フィードバック制御ルーチンのフローチャート



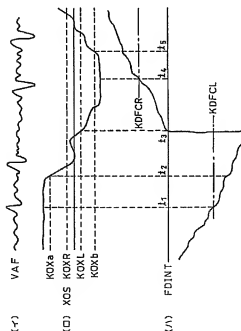
【図26】

第2の燃料噴射制御ルーチンのフローチャート



【図16】

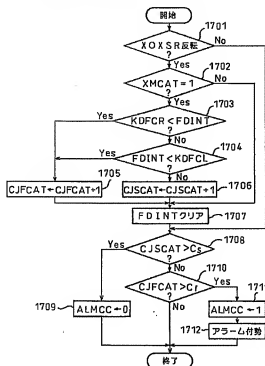
第1の実施例の動作説明図





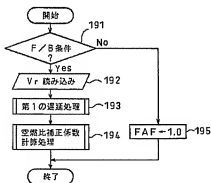
【図17】

第2の劣化判別実行ルーチンのフローチャート



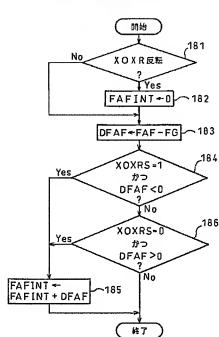
【図19】

第1の空機比補正係数演算ルーチンのフローチャート



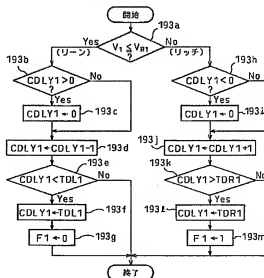
【図18】

第2の数値収支計算処理のフローチャート



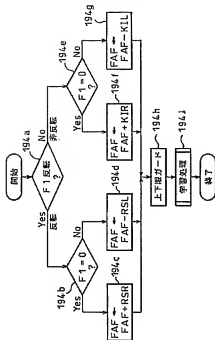
【図20】

第1の遅延処理のフローチャート



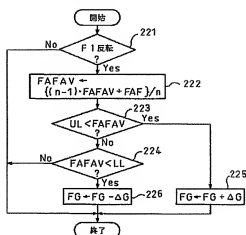
【図21】

空航比補正係数計算処理



【図22】

学習処理のフローチャート

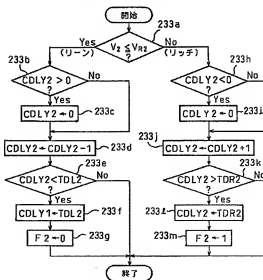
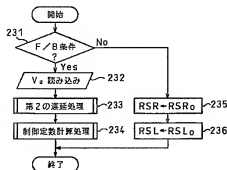


【図24】

第2の遅延処理のフローチャート

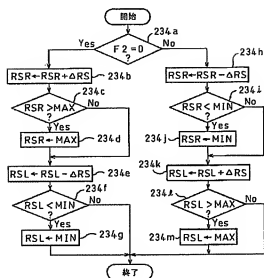
【図23】

第2の空航比補正係数演算ルーチンのフローチャート



【図25】

制御定数計算処理のフローチャート



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

F02D 41/14  
41/22  
45/00

識別記号

310  
301  
368

序内整理番号

FI

F02D 41/14  
41/22  
45/00

技術表示箇所

310L  
301Z  
368G